บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมฟอกย้อมอย่างรวดเร็ว โดยส่วนใหญ่ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมเป็นปัญหาเกี่ยวกับน้ำเสีย อากาศเสีย หรือกากของเสียในอุตสาหกรรม เพราะฉะนั้นปัญหาน้ำเสียจึงเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับอุตสาหกรรมฟอกย้อม เนื่องจากมีผลกระทบเป็นวงกว้างโดยเฉพาะกับชุมชนที่อยู่รอบ ๆ โรงงานอุตสาหกรรม การปล่อยน้ำเสียจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมโดยไม่ผ่านการบำบัดก่อนทิ้ง จะก่อให้เกิดน้ำเน่าเสียและสารเคมีที่อยู่ในน้ำเสียอาจทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำรวมทั้งทำให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์โดยส่งผลกระทบต่อระบบระบบสืบพันธุ์ สมอง ระบบประสาทและเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย (Chen, Zhang, Zhang, Yue, Li, & Li, 2010) เมทิลไวโอเลต (Methyl violet) และเมททิลีนบลู (Methylene blue) เป็นสีย้อมแคทไอออนิก (Cationic dye) ที่ละลายน้ำแล้วมีประจุเป็นบวก ส่วนสีย้อมเมทิลออเรนจ์ (Methyl orange) เป็นสีย้อมแอนไอออนิก (Anionic dye) ที่ละลายน้ำแล้วมีประจุเป็นลบ ซึ่งสามารถใช้ย้อมเส้นใยได้หลายชนิดทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ (อุทัย ทิพย์โพธิเมือง, 2555) เมื่อมีการปนเปื้อนในน้ำเสียจะก่อให้เกิดความน่ารังเกียจของน้ำและก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบอวัยวะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต จึงควรมีการกำจัดสีย้อมดังกล่าวในน้ำเสียก่อนทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ โดยทั่วไปการกำจัดสีย้อมนี้มีทั้งวิธีทางกายภาพและทางเคมี เช่น การตกตะกอน ออสโมซิสย้อนกลับ โคแอกกูเลชันด้วยสารเคมี คลอริเนชัน โอโซเนชัน การใช้แผ่นเมมเบรนและกระบวนการดูดซับ ข้อดีของการกำจัดสีย้อมผ่านกระบวนการดูดซับคือไม่ต้องเติมสารเคมีลงในน้ำเสีย ต้นทุนต่ำและใช้เวลาน้อย (Zhao, Zhang, Chen, & Wang, 2013) ดังนั้นงานวิจัยก่อนหน้านี้ศึกษาการกำจัดสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์โดยวิธีกระบวนการดูดซับ ซึ่งใช้ตัวดูดซับที่หลากหลายชนิดได้แก่ (1) สารอนินทรีย์ เช่น ซิลิกากัมมันต์ แมกนีเซียมออกไซด์ (Eren, Cubuk, Ciftci, Eren, & Caglar, 2010) (2) สารอนินทรีย์สังเคราะห์ เช่น เรซินสารแลกเปลี่ยนไอออน (Sun & Yang, 2003) (3) วัสดุทางชีวภาพ เช่น กะลามะพร้าว ขี้เลื่อย (Sun, Zhang, Wu, & Liu, 2011) (4) สารดูดซับทางชีวภาพ เช่น จุลินทรีย์ สาหร่าย (5) ถ่านกัมมันต์ ซึ่งมี รูพรุนภายในโครงสร้างสูงและมีพื้นที่ผิวประมาณ 500-1400 ตารางเมตรต่อกรัม (Poolsawat, Borirak, Klayanon, Tippomuang, & Suwattanamala, 2012)

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง นาโนเทคโนโลยีกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะท่อนาโนคาร์บอน (Carbon nanotubes) คือโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนก่อขึ้นมาเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายแผ่นของแกรไฟต์ที่ม้วนเป็นท่อ โครงสร้างของท่อนาโนคาร์บอนแบ่งออกเป็นสองชนิดหลัก ๆ คือ ท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังชั้นเดียว (Single-walled carbon nanotubes, SWCNTs) และท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น (Multi-walled carbon nanotubes, MWCNTs) (Konicki, Pelech, Mojowska, & Jasinska, 2012) ท่อนาโนคาร์บอนมีความสำคัญและดึงดูดความสนใจ เนื่องจากขนาดท่อที่เล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางในระดับนาโนเมตร ความสูงของท่ออาจอยู่ในระดับไมโครเมตรหรือมากกว่านั้น วัสดุชนิดนี้จึงมีค่าอัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่าวัสดุอื่นค่อนข้างมาก นอกจากนี้มี รูพรุนขนาดเล็ก ซึ่งมีพื้นที่ผิวในการดูดซับสูงและน่าจะเป็นวัสดุตัวเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญในการใช้ประโยชน์เป็นตัวดูดซับที่ดีในอนาคต ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างจลนศาสตร์ ไอโซเทอร์มและอุณหพลศาสตร์ของการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์ในน้ำเสียสังเคราะห์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้นเป็นตัวดูดซับ เพื่อให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพของการดูดซับสีย้อมแต่ละชนิดของตัวดูดซับ กลไกของการดูดซับสีย้อม แต่ละชนิด รวมถึงอันตรกิริยาระหว่างสีย้อมแต่ละชนิดกับตัวดูดซับที่เป็นท่อนาโนคาร์บอน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาจลนศาสตร์ของการดูดซับของสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น

2. เพื่อศึกษาไอโซเทอร์มและอุณหพลศาสตร์ของการดูดซับของสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการสัมผัส ความเข้มข้นของสีย้อมและอุณหภูมิต่อการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้นในการทดลองแบบแบทช์ (Batch)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ศึกษาจลนศาสตร์และอุณหพลศาสตร์ของการดูดซับ รวมถึงไอโซเทอร์มของการดูดซับเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้นในสภาวะการทดลองต่าง ๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบข้อมูลทางด้านจลนศาสตร์ของการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น เช่น อันดับของปฏิกิริยา ค่าคงที่อัตราการดูดซับ

2. มีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น

3. ทราบข้อมูลทางด้านอุณหพลศาสตร์ของการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงเอนทาลปี การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีและการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระของกิบส์ รวมถึง ค่าคงที่สมดุลการดูดซับ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สีย้อม คือ สีย้อมเมทิลไวโอเลตและเมททิลีนบลูซึ่งเป็นสีย้อมแคทไอออนิก ส่วนสีย้อมเมทิลออเรนจ์เป็นสีย้อมแอนไอออนิก

2. ท่อนาโนคาร์บอน คือ วัสดุที่มีรูปทรงเป็นท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในระดับนาโนเมตร ท่อนาโนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังชั้นเดียวและท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น

3. จลนศาสตร์ คือ จลนศาสตร์ของการดูดซับสีย้อมเมทิลไวโอเลต เมททิลีนบลูและเมทิลออเรนจ์บนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้น ในงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะแบบจำลองจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือน แบบจำลองจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาอันดับสองเสมือนและแบบจำลองการแพร่ภายในอนุภาค

4. ไอโซเทอร์ม คือ แบบจำลองการดูดซับสีย้อมบนท่อนาโนคาร์บอนแบบผนังหลายชั้นที่สภาวะสมดุล ณ อุณหภูมิหนึ่ง โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสีย้อมที่ถูกดูดซับกับปริมาณสีย้อมที่เหลืออยู่ในสารละลายที่สภาวะสมดุล ณ อุณหภูมิหนึ่ง ในงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะไอโซเทอร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์ ไอโซเทอร์มการดูดซับแบบฟรุนดลิชและไอโซเทอร์มการดูดซับแบบเทมคิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University